

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-198081

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.CI.

H01M 8/04  
 C01B 3/32  
 C01B 3/38  
 C01B 3/58  
 H01M 8/06

(21)Application number : 2000-391703

(22)Date of filing : 22.12.2000

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

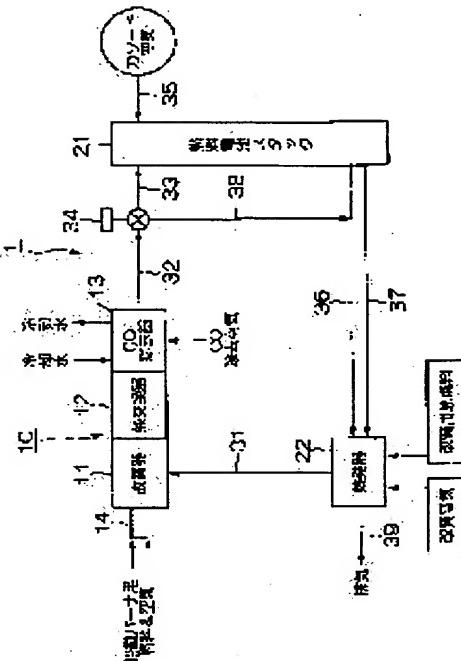
(72)Inventor : OKADA HIKARI  
 KOTANI YASUNORI  
 SAKUMA ATSUSHI

## (54) FUEL GAS GENERATING DEVICE FOR FUEL CELL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve start-up performance of a fuel gas generating device for a fuel cell equipped with an auto-thermal reformer.

**SOLUTION:** With the fuel gas generating device for the fuel cell 1 is equipped with an evaporator 22 which generates fuel vapor by vaporizing a liquid raw fuel, an auto-thermal reformer 11 which generates a reformed gas containing hydrogen from raw fuel gas partly oxidized by adding a reformed air to fuel vapor generated by the vaporizer 22 and a CO remover 13 which generates a fuel gas with carbon monoxide removed by adding a CO removing air to the reformed gas generated by the auto-thermal reformer 11, supply volume of the reformed air of the gas generating system in the warm-up stage is controlled to be larger than that in the idling stage after the warm-up.



(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-198081

(P2002-198081A)

(43)公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
 H 01 M 8/04  
 C 01 B 3/32  
 3/38  
 3/58  
 H 01 M 8/06

F I  
 H 01 M 8/04  
 C 01 B 3/32  
 3/38  
 3/58  
 H 01 M 8/06

マーク(参考)

X 4 G 0 4 0

A 4 G 1 4 0

5 H 0 2 7

G

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2000-391703(P2000-391703)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(22)出願日 平成12年12月22日 (2000.12.22)

(72)発明者 岡田 光

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 小谷 保紀

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

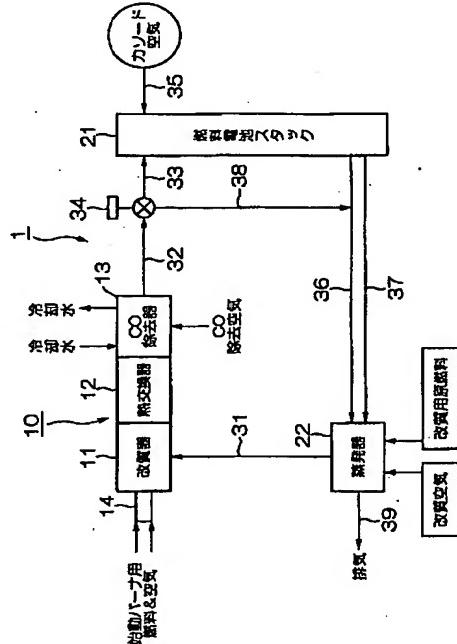
(54)【発明の名称】 燃料電池用燃料ガス生成装置

最終頁に続く

## (57)【要約】

【課題】 オートサーマル改質器を備えた燃料電池用燃料ガス生成装置の始動性を向上する。

【解決手段】 液体原燃料を蒸気化して燃料蒸気を生成する蒸発器22と、蒸発器22により生成された燃料蒸気に改質空気を加えて部分酸化させた原燃料ガスから水素を含んだ改質ガスを生成するオートサーマル改質器11と、オートサーマル改質器11により生成された前記改質ガスにCO除去空気を加えることにより一酸化炭素が除去された燃料ガスを生成するCO除去器13と、を備えた燃料電池用燃料ガス生成装置1において、燃料電池用燃料ガス生成装置の暖機時における前記改質空気の供給量を、暖機完了後のアイドル運転時における改質空気供給量よりも増大するように制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液体原燃料を蒸気化して燃料蒸気を生成する蒸発器と、前記蒸発器により生成された燃料蒸気に改質空気を加えて部分酸化させた原燃料ガスから水素を含んだ改質ガスを生成するオートサーマル改質器と、前記オートサーマル改質器により生成された前記改質ガスにCO除去空気を加えることにより一酸化炭素が除去された燃料ガスを生成するCO除去器と、を備えた燃料電池用燃料ガス生成装置において、前記改質器の暖機時における前記改質空気の供給量を、暖機完了後のアイドル運転時における改質空気供給量よりも増大するように制御する改質空気量制御手段を備えることを特徴とする燃料電池用燃料ガス生成装置。

【請求項2】 前記改質器の暖機時における前記液体原燃料の供給量を、暖機完了後のアイドル運転時における液体原燃料供給量よりも増大するように制御する燃料量制御手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池用燃料ガス生成装置。

【請求項3】 前記改質空気量制御手段による改質空気の供給量増大の割合は、前記燃料量制御手段による液体原燃料の供給量増大の割合よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項2に記載の燃料電池用燃料ガス生成装置。

【請求項4】 前記改質器の暖機状態に対応する温度を検出し、この検出温度が所定温度よりも高くなったときに、前記改質器の暖機時に前記改質空気量制御手段により増大した改質空気の供給量を減少させるように制御することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の燃料電池用燃料ガス生成装置。

【請求項5】 前記改質空気の供給量の減少制御は、前記検出温度に応じて減少させることを特徴とする請求項4に記載の燃料電池用燃料ガス生成装置。

【請求項6】 前記検出温度は、前記改質器内の触媒温度と前記改質ガス温度と改質器の筐体温度の少なくとも一つであることを特徴とする請求項4または請求項5に記載の燃料電池用燃料ガス生成装置。

【請求項7】 液体原燃料を蒸気化して燃料蒸気を生成する蒸発器と、前記蒸発器により生成された燃料蒸気に改質空気を加えて部分酸化させた原燃料ガスから水素を含んだ改質ガスを生成するオートサーマル改質器と、前記オートサーマル改質器により生成された前記改質ガスにCO除去空気を加えることにより一酸化炭素が除去された燃料ガスを生成するCO除去器と、を備えた燃料電池用燃料ガス生成装置において、前記CO除去器の暖機時における前記CO除去空気の供給量を、暖機完了後のアイドル運転時におけるCO除去空気供給量よりも増大するように制御するCO除去空気量制御手段を備えることを特徴とする燃料電池用燃料ガ

ス生成装置。

【請求項8】 前記オートサーマル改質器およびCO除去器が暖機完了と判定された後に燃料ガスを燃料電池へ供給することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれかに記載の燃料電池用燃料ガス生成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、炭化水素系燃料を水素リッチガスに改質するオートサーマル改質器を備えた燃料電池用燃料ガス生成装置に関し、特に、始動性に優れた燃料電池用燃料ガス生成装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】メタノールやメタンなどの炭化水素系燃料をオートサーマル改質器を備えた燃料ガス生成装置によって水素リッチな燃料ガスに改質し、この燃料ガスと酸化剤ガス（例えば、空気）を燃料電池に供給し発電を行う燃料電池システムは従来から知られている（特開2000-154002号公報、特開2000-53403号公報等）。

【0003】前記燃料ガス生成装置は、一般に、メタノール等の原燃料と水とを混合してなる液体原燃料を蒸気化させて燃料蒸気を生成する蒸発器と、蒸発器で生成した燃料蒸気に改質空気を加えて部分酸化させた原燃料ガスから水素リッチな改質ガスを生成するオートサーマル改質器（以下、改質器と略す）と、改質器で生成された改質ガスの温度を下げる熱交換器と、熱交換器で温度低下させた改質ガスにCO除去空気を加えて改質ガス中の一酸化炭素を除去し燃料ガスを生成するCO除去器と、アノード電極に供給される前記燃料ガスとカソード電極に供給される空気（酸化剤ガス）との電気化学反応により発電する燃料電池、とを備えて構成されている。

【0004】この燃料ガス生成装置では、始動後に燃料ガスのガス組成が安定し、且つ、燃料ガス温度が燃料電池に供給可能な温度に安定するまで、システム全体を暖機する必要がある。従来の暖機方法は、例えば、改質器に始動用バーナを付設したり、改質器にヒータを設けたり、ヒータで加熱した熱媒体（空気等）を熱交換器やCO除去器に流通可能にして、初めに、これら熱源を利用して外部熱を供給することにより熱交換器の冷却水やCO除去器の触媒温調用冷却水を暖機し、改質器内の触媒やCO除去器内の触媒を活性温度以上に暖機し、系内を燃料ガス露点温度以上に暖機するとともに、蒸発器を暖機する。蒸発器の暖機完了後、蒸発器で生成された燃料蒸気と改質空気をどちらも暖機完了後のアイドル運転時の供給量で改質器に供給して改質反応を開始させ、前段である改質器から暖機を行い、徐々に後段へと暖機を進めていく方法を探っている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この暖

機方法では、後段のCO除去器の触媒が活性温度に達するまでに長い時間がかかり、また、CO除去器の触媒温調用冷却水や系内ガス流路の暖機に長い時間がかかり、その結果、システム全体の暖機に数十分かかり、さらに燃料ガスの組成が安定するまでに数分を要した。

【0006】これでは、早期始動が要求される産業分野、特に、燃料電池自動車に搭載する場合においては、燃料ガスの組成が安定するまでの間も走行可能にするために、大型の蓄電池を搭載しなければならなくなり、システムが大型化するという問題があった。そこで、この発明は、改質器、CO除去器、系内ガス流路等の早期暖機が可能で、燃料ガス組成の早期安定化が可能な燃料電池用燃料ガス生成装置を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためには、請求項1に記載した発明は、液体原燃料を蒸気化して燃料蒸気を生成する蒸発器（例えば、後述する実施の形態における蒸発器22）と、前記蒸発器により生成された燃料蒸気に改質空気を加えて部分酸化させた原燃料ガスから水素を含んだ改質ガスを生成するオートサーマル改質器（例えば、後述する実施の形態における改質器11）と、前記オートサーマル改質器により生成された前記改質ガスにCO除去空気を加えることにより一酸化炭素が除去された燃料ガスを生成するCO除去器（例えば、後述する実施の形態におけるCO除去器13）と、を備えた燃料電池用燃料ガス生成装置（例えば、後述する実施の形態における燃料電池用燃料ガス生成装置1）において、前記改質器の暖機時における前記改質空気の供給量を、暖機完了後のアイドル運転時における改質空気供給量よりも増大するように制御する改質空気量制御手段（例えば、後述する実施の形態におけるステップS112）を備えることを特徴とする。

【0008】このように構成することにより、暖機時に改質器に過剰供給された空気中の酸素が改質器内の触媒により燃焼し、その燃焼熱が改質器および改質ガスを加熱する。また、このようにして加熱された改質ガスが下流に流れることにより、CO除去器や系内のガス流路を加熱する。

【0009】請求項2に記載した発明は、請求項1に記載の発明において、前記改質器の暖機時における前記液体原燃料の供給量を、暖機完了後のアイドル運転時における液体原燃料供給量よりも増大するように制御する燃料量制御手段（例えば、後述する実施の形態におけるステップS112）を備えることを特徴とする。このように構成することにより、暖機時の改質器における発熱量がさらに増大するとともに、暖機時に改質器から流出する水素、CO、未反応の炭化水素の量を増大させることができる。

【0010】請求項3に記載した発明は、請求項2に記載の発明において、前記改質空気量制御手段による改質

空気の供給量増大の割合は、前記燃料量制御手段による液体原燃料の供給量増大の割合よりも大きく設定されていることを特徴とする。このように構成することにより、改質器内の触媒において燃焼せしめられる酸素量を確保することができる。

【0011】請求項4に記載した発明は、請求項1から請求項3のいずれかに記載の発明において、前記改質器の暖機状態に対応する温度を検出し、この検出温度が所定温度よりも高くなったときに、前記改質器の暖機時に前記改質空気量制御手段により増大した改質空気の供給量を減少させるように制御することを特徴とする。このように構成することにより、改質器内の触媒の過熱を防止することが可能になる。

【0012】請求項5に記載した発明は、請求項4に記載の発明において、前記改質空気の供給量の減少制御は、前記検出温度に応じて減少させることを特徴とする。このように構成することにより、改質器の暖機状態を徐々に安定させることができになる。

【0013】請求項6に記載した発明は、請求項4または請求項5に記載の発明において、前記検出温度は、前記改質器内の触媒温度と前記改質ガス温度と改質器の筐体温度の少なくとも一つであることを特徴とする。このように構成することにより、改質器が所定に暖機されたときに、増大補正した改質空気の供給量を減少制御することができ、改質器内の触媒の過熱を確実に防止することが可能になる。なお、「少なくとも一つ」であるから、改質器内の触媒温度と改質ガス温度と改質器の筐体温度のうちのどれか一つとしてもよいし、あるいは、これら温度のうち一番低い温度としてもよいし、あるいは一番高い温度としてもよい。

【0014】請求項7に記載した発明は、液体原燃料を蒸気化して燃料蒸気を生成する蒸発器（例えば、後述する実施の形態における蒸発器22）と、前記蒸発器により生成された燃料蒸気に改質空気を加えて部分酸化させた原燃料ガスから水素を含んだ改質ガスを生成するオートサーマル改質器（例えば、後述する実施の形態における改質器11）と、前記オートサーマル改質器により生成された前記改質ガスにCO除去空気を加えることにより一酸化炭素が除去された燃料ガスを生成するCO除去器（例えば、後述する実施の形態におけるCO除去器13）と、を備えた燃料電池用燃料ガス生成装置（例えば、後述する実施の形態における燃料電池用燃料ガス生成装置1）において、前記CO除去器の暖機時における前記CO除去空気の供給量を、暖機完了後のアイドル運転時におけるCO除去空気供給量よりも増大するように制御するCO除去空気量制御手段（例えば、後述する実施の形態におけるステップS112）を備えることを特徴とする。

【0015】このように構成することにより、暖機時に改質器から流出する水素、一酸化炭素、および未反応の

炭化水素を、過剰供給したCO除去空気中の酸素とともに、CO除去器内の触媒によって十分に燃焼させることができ、この燃焼熱によってCO除去器を加熱することができる。さらに、この燃焼ガスが下流に流れることにより系内のガス流路を加熱することができる。

【0016】請求項8に記載した発明は、請求項1から請求項7のいずれかに記載の発明において、前記オートサーマル改質器およびCO除去器が暖機完了と判定された後に燃料ガスを燃料電池へ供給することを特徴とする。このように構成することにより、所定のガス組成およびガス温度に制御された燃料ガスを燃料電池に供給することができる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る燃料電池用燃料ガス生成装置の一実施の形態を図1から図11の図面を参照して説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、燃料電池自動車に搭載された燃料電池用燃料ガス生成装置の態様である。図1は燃料電池用燃料ガス生成装置（以下、燃料ガス生成装置と略す）1の概略構成図であり、燃料ガス生成装置1は、改質反応器10、燃料電池スタック（燃料電池）21、蒸発器22を主要構成としており、改質反応器10は、改質器11、熱交換器12、CO除去器13、始動用バーナ14を備えている。

【0018】燃料電池スタック21は固体高分子型の燃料電池であり、アノード電極に供給される燃料ガス中の水素と、カソード電極に供給される酸化剤ガスとしての空気中の酸素との電気化学反応により発電する。燃料電池スタック21のアノード電極に供給される燃料ガスは、液体原燃料を蒸発器22で燃料蒸気にし、更に改質反応器10によって水素リッチな燃料ガスに改質したものが用いられる。

【0019】すなわち、蒸発器22には、炭化水素系燃料（例えば、メタノール）と水とを所定の割合で混合してなる改質用の液体原燃料と改質用の空気（以下、改質空気という）とが供給されるようになっていて、蒸発器22内において液体原燃料および改質空気は加熱され、液体原燃料は蒸気化されて燃料蒸気となり、加熱された改質空気と混合した状態で、蒸発器22から燃料供給管31を介して改質反応器10の改質器11に供給される。

【0020】改質反応器10の改質器11は、内部に改質触媒としてパラジウム（Pd）系の貴金属触媒を備えたオートサーマル式の改質器であり、蒸発器22で生成した燃料蒸気を改質空気によって部分酸化させた原燃料ガスから水素リッチな改質ガスを生成する。改質器11で生成された改質ガスは熱交換器12によって冷却された後、CO除去器13に供給される。CO除去器13は内部に低温活性可能な白金（Pt）系の触媒を備えるとともに、CO除去用の空気（以下、CO除去空気とい

う）が供給可能になっていて、CO除去器13内において改質ガス中のCOは酸化されてCO<sub>2</sub>になり、すなわち、改質ガス中のCOが除去されて燃料ガスが生成される。また、CO除去器13には、燃料ガスを冷却するための冷却水が流通可能にされている。始動用バーナ14には液体原燃料と空気を供給することができるようになっていて、暖機時に限ってこのバーナ14に原燃料と空気が供給され着火されるようになっている。

【0021】改質反応器10により改質された燃料ガスは、燃料ガス供給管32、33および三方切替弁34を介して燃料電池スタック21のアノード電極に供給される。燃料電池スタック21のカソード電極には、図示しないスーパーチャージャから空気供給管35を介して酸化剤ガスとして空気が供給可能になっている。

【0022】燃料電池スタック21のアノード電極に供給された燃料ガスは発電に供された後、燃料オフガスとして燃料オフガス管36を介して蒸発器22に供給され、また、カソード電極に供給された空気は発電に供された後、空気オフガスとして空気オフガス管37を介して蒸発器22に供給される。また、三方切替弁34は燃料電池スタック21を迂回するバイパス管38によって燃料オフガス管36に接続されており、三方切替弁34は、燃料ガス供給管32を、燃料ガス供給管33とバイパス管38のいずれか一方と選択的に接続可能にする。三方切替弁34が燃料ガス供給管32と燃料ガス供給管33とを接続したときに改質反応器10から流出した燃料ガスは燃料電池スタック21に供給され、三方切替弁34が燃料ガス供給管32とバイパス管38とを接続したときに改質反応器10から流出した燃料ガスは燃料電池スタック21を迂回しバイパス管38を流れることになる。

【0023】燃料電池スタック21から排出された燃料オフガスと空気オフガスは蒸発器22に内蔵された触媒燃焼器に導かれ、この触媒燃焼器で燃焼させられ、その燃焼熱で、蒸発器22に供給される改質用液体原燃料と改質空気を加熱する。なお、蒸発器22において加熱源とされた燃料オフガスと空気オフガスの燃焼ガスは、排気管39を介して大気に排気される。

【0024】次に、この燃料ガス生成装置1の作用について説明する。この燃料ガス生成装置1では、早期暖機を図るために、暖機における液体原燃料と改質空気とCO除去空気の供給量を、暖機完了後の各供給量よりも増量している。なお、原燃料量は改質ガス量および燃料ガス量と比例関係にある。ただし、暖機は例えば起動時に系内温度が低いときに行われるものであり、再起動など系内が十分に暖まっているときには行われない。燃料ガス生成装置1の暖機時（すなわち、改質器11の暖機時）に改質空気の供給量を増大して過剰の改質空気を改質器11に供給すると、過剰供給された空気中の酸素が改質用触媒によって燃焼し、その燃焼熱が改質器11の

筐体や改質触媒や改質ガスを加熱する。したがって、改質器11の暖機が促進される。

【0025】また、燃料ガス生成装置1の暖機時（すなわち、改質器11の暖機時）に液体原燃料の供給量を増大して過剰の燃料蒸気を改質器11に供給すると、改質器11において燃焼する燃料蒸気も増大して改質器11における発熱量が増大するので、これによって改質器11の暖機が促進される。しかも、このようにして迅速に加熱された改質ガスが下流に流れることにより、CO除去器やガス流路も暖められるので、これらの暖機も促進される。

【0026】また、燃料ガス生成装置1の暖機時には、改質器11からは水素や一酸化炭素だけでなく未反応の炭化水素も多く流出するが、燃料ガス生成装置1の暖機時（すなわち、CO除去器13の暖機時）にCO除去空気の供給量を増大させると、前記水素や一酸化炭素や未反応の炭化水素をCO除去触媒において十分に燃焼させることができ、その燃焼熱がCO除去器13の筐体やCO除去触媒や燃料ガスを加熱するので、CO除去器13の暖機が促進される。さらに、迅速に加熱された燃料ガスが下流に流れることにより、下流のガス流路が加熱されるので、系内ガス流路の暖機も促進されることになる。その結果、燃料ガス生成装置1全体の早期暖機が可能になり、改質反応器10により生成される燃料ガスの組成の早期安定化が達成されて、燃料電池スタック2.1を早期に発電可能な状態にすることができる。

【0027】次に、この実施の形態における燃料ガス生成装置1の暖機時の暖機処理手順を図2および図3のフローチャートを参照して説明する。なお、このフローチャートは処理手順を示したものであり、電気信号の流れを示したものではない。まず、燃料電池始動スイッチがONされると（ステップS101）、ステップS102に進み、三方切替弁34を燃料ガス供給管32とバイパス管38とを接続するよう切り替える。

【0028】次に、ステップS103に進み、蒸発器22の暖機を開始するとともに、改質器11の改質触媒温度（検出温度）を検出する。さらに、ステップS104に進み、改質触媒温度が閾値T1よりも低いか否か判定する。ステップS104において肯定判定した場合、すなわち、改質触媒温度が閾値T1よりも低い場合には、改質触媒に対して予備暖機が必要であるのでステップS105に進み、ステップS104において否定判定した場合には改質触媒に対する予備暖機が不要であるのでステップS110へ進む。

【0029】ステップS105では、始動用バーナ14に供給すべき液体原燃料と空気の供給量を算出する。すなわち、ステップS103で検出した改質触媒温度に基づき、図4（A）に示すマップIを参照して必要な燃料量を算出し、この燃料量の燃料を燃焼させるのに必要な空気量を図4（B）に示すマップIIを参照して算出し、

さらに、この空気量を図4（C）に示すマップIIIを参照して気圧補正する。空気量を気圧補正するのは、実際に必要なのは空気量ではなく酸素量だからである。

【0030】次に、ステップS106に進み、ステップS105で算出した燃料量の燃料と空気量の空気を始動用バーナ14に供給し、着火して、始動用バーナ14を起動する。これにより、改質器11の改質触媒に対する予備暖機が開始される。

【0031】次に、ステップS107に進み、改質器11の改質触媒温度を検出し、ステップS108において改質触媒温度が閾値T2以上か否か判定する。閾値T2は閾値T1よりも高い温度に設定されており、ステップS108において否定判定した場合には、改質触媒に対する予備暖機が未だ不十分であるので、始動用バーナ14による予備暖機を続行する。

【0032】ステップS108において肯定判定した場合には、ステップS109に進み、始動用バーナ14を停止して予備暖機を終了し、さらにステップS110に進んで蒸発器22の暖機が完了したか否か判定する。ステップS110で否定判定した場合には、蒸発器22に対する暖機を続行する。

【0033】ステップS110で肯定判定した場合には、ステップS111に進んで、改質器11の改質触媒温度およびCO除去器13のCO除去触媒温度を検出し、さらにステップS112に進んで、蒸発器22に供給する液体原燃料および改質空気の初期供給量と、CO除去器13に供給するCO除去空気の初期供給量を算出する。

【0034】詳述すると、まず、ステップS111で検出した改質触媒温度に基づき、図5（A）に示すマップIVを参照して必要な原燃料の初期供給量を算出する。マップIVにおいて実線はアイドル運転時における原燃料量を算出する際に使用するものであり、破線は初期供給量を算出する際に使用するものであり、改質触媒温度が同じ場合で比較すると初期供給量の方がアイドル運転時の供給量よりも多くなるように設定されている。ここで、アイドル運転とは、燃料ガス生成装置1の温度を維持するための最小限の運転状態をいう。

【0035】次に、改質触媒温度に基づき図5（B）に示すマップVを参照して改質空気量を算出する。マップVにおいて実線はアイドル運転時における改質空気量を算出する際に使用するものであり、破線は暖機開始時ににおける改質空気量を算出する際に使用するものであり、改質触媒温度が同じ場合で比較すると暖機開始時の供給量の方がアイドル運転時の供給量よりも多くなるように設定されている。

【0036】次に、改質触媒温度に応じた改質空気增量係数を図5（C）に示すマップVIを参照して算出し、マップVで算出した改質空気量にマップVIで算出した增量係数を乗じて改質空気の初期供給量を算出する。さら

に、この改質空気の初期供給量を図5(F)に示すマップIXを参照して気圧補正する。なお、アイドル運転時の改質空気供給量に対する暖機開始時の改質空気初期供給量の増大割合は、5倍未満に設定されている。また、アイドル運転時の改質空気供給量に対する暖機開始時の改質空気初期供給量の増大割合は、アイドル運転時の原燃料供給量に対する暖機開始時の原燃料初期供給量の増大割合よりも大きく設定されている。例えば、原燃料初期供給量はアイドル運転時の原燃料供給量の2倍とし、改質空気初期供給量はアイドル運転時の改質空気供給量の3倍とする。

【0037】つぎに、初期改質ガス量に対応するCO除去空気量を図5(D)に示すマップVIIを参照して算出する。マップVにおいて実線はアイドル運転時におけるCO除去空気量を算出する際に使用するものであり、破線は暖機開始時におけるCO除去空気量を算出する際に使用するものであり、改質ガス量が同じ場合で比較すると暖機開始時の供給量の方がアイドル運転時の供給量よりも多くなるように設定されている。

【0038】次に、ステップS111で検出したCO除去触媒温度に応じたCO除去空気增量係数を図5(E)に示すマップVIIIを参照して算出し、マップVIIで算出したCO除去空気量にマップVIIIで算出した增量係数を乗じてCO除去空気の初期供給量を算出する。さらに、このCO除去空気の初期供給量を図5(F)に示すマップIXを参照して気圧補正する。改質空気およびCO除去空気の初期供給量を気圧補正するのは、実際に必要なのは空気量ではなく酸素量だからである。

【0039】次に、ステップS113に進み、ステップS112で算出した初期供給量の原燃料と改質空気を蒸発器22に供給するとともに、ステップS112で算出した初期供給量のCO除去空気をCO除去器13に供給する。このようにして、改質空気の初期供給量をアイドル運転時の供給量よりも多くすることにより、過剰供給された改質空気中の酸素が改質触媒により燃焼し、その燃焼熱が改質器11の筐体、改質触媒、改質ガスを加熱する。その結果、改質器11を迅速に暖機することができる。また、このようにして加熱された改質ガスが下流に流れることにより、熱交換器12の筐体、冷却水、および、CO除去器13の筐体、CO除去触媒、系内のガス流路を加熱する。

【0040】また、原燃料の初期供給量をアイドル運転時の供給量よりも多くすることにより、改質器11における発熱量がさらに増大するので、改質器11の暖機がさらに早くなり、改質器11よりも下流に設置された各機器の暖機をさらに早めることとなる。また、改質器11から流出する水素、CO、未反応の炭化水素の量を増大させることができる。

【0041】なお、アイドル運転時の改質空気供給量に対する暖機開始時の改質空気初期供給量の増大割合を、

アイドル運転時の原燃料供給量に対する暖機開始時の原燃料初期供給量の増大割合よりも大きく設定しているので、原燃料の供給量増大による早期暖機と改質空気の供給量増大による早期暖機を共に実効あるものにすることができる。

【0042】また、CO除去空気の初期供給量をアイドル運転時の供給量よりも多くすることにより、改質器11から流出する水素、一酸化炭素、および未反応の炭化水素を、過剰供給したCO除去空気中の酸素とともに、

CO除去触媒によって十分に燃焼させることができ、この燃焼熱がCO除去器13の筐体、CO除去触媒、CO除去触媒温調用冷却水を加熱する。その結果、CO除去器13を迅速に暖機することができる。さらに、この燃焼ガスが下流に流れることにより系内のガス流路を加熱する。したがって、系内のガス流路の暖機も早くなる。

【0043】次に、ステップS113からステップS114およびステップS121に進む。改質器11の処理ラインであるステップS114に進むと、ステップS114において改質器11の改質触媒温度を検出し、さらに、ステップS115に進んで改質触媒温度が閾値T3よりも大きいか否か判定する。ここで閾値T3は改質触媒の再生温度以上に設定しておく。ステップS115において否定判定した場合、すなわち、改質触媒温度が閾値T3よりも低い場合には、蒸発器22への原燃料および改質空気の供給量を前記初期供給量のままにして蒸発器22および改質器11の運転を続行する。なお、再生温度とは触媒の劣化を一時的に抑えたり、または多少触媒の能力を上げる温度であり、触媒によって異なる。

【0044】一方、ステップS115において肯定判定した場合、すなわち、改質触媒温度が閾値T3よりも高い場合には、改質器触媒の目標温度をアイドル運転時における目標温度に設定して、改質触媒温度のフィードバック制御(以下、F/B制御と略す)を開始する。なお、アイドル運転時の改質触媒の目標温度は閾値T3よりも低い。このように、改質触媒温度を一度、再生温度以上に上昇させることにより、改質触媒を再生することができる。

【0045】改質触媒温度のF/B制御につきまして詳述すると、改質触媒温度に基づき図6(A)に示すマップXを参照して改質空気量を算出する。マップXにおいて実線はこの改質触媒温度のF/B制御時における改質空気量を算出する際に使用するものであり、破線は前述した暖機開始時における改質空気量を算出する際に使用するものであり、改質触媒温度が同じ場合で比較すると本F/B制御時の供給量の方が暖機開始時の供給量よりも少なくなるように設定されている。すなわち、本F/B制御では改質空気量を減少する方向に制御することになる。

【0046】次に、マップXで算出した改質空気量を、図6(B)に示すマップXIを参照して気圧補正し、さら

に、気圧補正した改質空気量に基づき、図6（C）に示すマップXIIを参照して、原燃料量を算出する。マップXIIにおいて実線はこの改質触媒温度のF/B制御時における原燃料量を算出する際に使用するものであり、破線は前述した暖機開始時における原燃料量を算出する際に使用するものであり、改質空気量が同じ場合で比較すると暖機開始時の供給量の方が本F/B制御時の供給量よりも多くなるように設定されている。すなわち、本F/B制御では原燃料量を減少する方向に制御することになる。

【0047】そして、このようにして算出した供給量で蒸発器22への原燃料と改質空気の供給を実行する。これにより、改質触媒温度は徐々に低下してアイドル運転時の前記目標温度に収束していくことになり、その結果、改質触媒が無用に高温に晒されて熱劣化するのを防止することができる。

【0048】次に、ステップS117に進み、改質器11の筐体温度、改質触媒温度、改質ガス温度、改質ガス流量を検出する。さらに、ステップS118に進んで、ステップS117で検出した各検出値に基づき、改質器11の暖機が完了したか否か判定する。すなわち、ステップS117で検出した改質器11の筐体温度、改質触媒温度、改質ガス温度、改質ガス流量が、各検出項目について予め設定されているアイドル運転時の設定範囲

（以下、アイドル設定範囲という）に収まっているか否か判定する。これら総ての検出値がアイドル設定範囲に収まっているれば改質器11は暖機完了と判定され、検出値のうちのどれか一つでも設定範囲から外れている場合には暖機未了と判定される。このように、複数の検出値に基づいて改質器11の暖機完了を判定しているので、暖機完了判定が正確に行われることになる。

【0049】ステップS118で否定判定した場合にはステップS116に戻り、改質触媒温度のF/B制御を継続する。ステップS118で肯定判定した場合にはステップS119に進み、蒸発器22および改質器11をアイドル運転条件の下で運転する。そして、ステップS120に進み、CO除去器13が暖機完了しているか否か判定する。ステップS120で否定判定した場合には、ステップS119に戻って蒸発器22および改質器11のアイドル運転条件での運転を継続する。

【0050】一方、ステップS113からCO除去器13の処理ラインであるステップS121に進むと、ステップS121においてCO除去器13のCO除去触媒温度を検出し、さらに、ステップS122に進んでCO除去触媒温度が閾値T4よりも大きいか否か判定する。ここで閾値T4はCO除去触媒の再生温度以上に設定しておくことが好ましい。ステップS122において否定判定した場合、すなわち、CO除去触媒温度が閾値T4よりも低い場合には、CO除去器13へのCO除去空気の供給量を前記初期供給量のままにしてCO除去器13の

運転を続行する。このように、CO除去触媒温度を一度、再生温度以上に上昇させることにより、CO除去触媒を再生することができるので、触媒の寿命が伸びる。

【0051】一方、ステップS122において肯定判定した場合、すなわち、CO除去触媒温度が閾値T4よりも高い場合には、CO除去触媒の目標温度をアイドル運転時における目標温度に設定して、CO除去触媒温度のF/B制御を開始する。なお、アイドル運転時のCO除去触媒の目標温度は閾値T4よりも低い。

【0052】CO除去触媒温度のF/B制御について詳述すると、まず、改質ガス量に基づき図7（A）に示すマップXIIIを参照してCO除去空気量を算出する。なお、マップXIIIは図5（D）のマップVIIと実質的に同じマップである。マップXIIIにおいて実線はこのCO除去触媒温度のF/B制御時におけるCO除去空気量を算出する際に使用するものであり、破線は前述した暖機開始時におけるCO除去空気量を算出する際に使用するものであり、改質ガス量が同じ場合で比較すると本F/B制御時の供給量の方が暖機開始時の供給量よりも少なくなるよう設定されている。すなわち、本F/B制御ではCO除去空気量を減少する方向に制御することになる。

【0053】次に、CO除去触媒温度に基づき図7（B）に示すマップXIVを参照してCO除去空気增量係数を算出し、マップXIIIで算出したCO除去空気量にマップXIVで算出した增量係数を乗じてCO除去空気量を算出する。さらに、このCO除去空気量を図7（C）に示すマップXVを参照して気圧補正する。そして、このようにして算出した供給量でCO除去器13へのCO除去空気の供給を実行する。これにより、CO除去触媒温度は徐々に低下してアイドル運転時の前記目標温度に収束していくことになり、その結果、CO除去触媒が無用に高温に晒されて熱劣化するのを防止することができる。また、同時に、CO除去器13に供給されるCO除去空気量も減少していく。

【0054】次に、ステップS124に進み、CO除去器13の筐体温度、CO除去触媒温度、CO除去器13から流出する燃料ガス温度、燃料ガス流量、三方切替弁34の筐体温度を検出する。さらに、ステップS125に進んで、ステップS124で検出した各検出値に基づき、CO除去器13の暖機が完了したか否か判定する。すなわち、ステップS124で検出したCO除去器13の筐体温度、CO除去触媒温度、燃料ガス温度、燃料ガス流量、CO除去空気量、三方切替弁34の筐体温度が、各検出項目について予め設定されているアイドル運転時の設定範囲（以下、アイドル設定範囲という）に収まっているか否か判定する。これら総ての検出値がアイドル設定範囲に収まっているればCO除去器13は暖機完了と判定され、検出値のうちのどれか一つでも設定範囲から外れている場合には暖機未了と判定される。このよ

うに、複数の検出値に基づいてCO除去器13の暖機完了を判定しているので、暖機完了判定が正確に行われることになる。

【0055】ステップS125で否定判定した場合にはステップS123に戻り、CO除去触媒温度のF/B制御を継続する。ステップS125で肯定判定した場合にはステップS126に進み、CO除去器13をアイドル運転条件の下で運転する。そして、ステップS127に進み、改質器11が暖機完了しているか否か判定する。ステップS127で否定判定した場合には、ステップS126に戻ってCO除去器13のアイドル運転条件での運転を継続する。

【0056】そして、改質器11およびCO除去器13が両方とも暖機完了した場合に、ステップS120およびステップS127からステップS128に進み、CO除去器13から流出する燃料ガスのCO濃度およびTHC濃度を検出し、これら検出値に基づいて燃料ガス組成が安定したか否か判定する。すなわち、燃料ガスのCO濃度およびTHC濃度が予め設定した上限値よりも大きい場合には燃料ガス組成は不安定と判定され、前記上限値よりも小さい場合には燃料ガス組成が安定したと判定される。なお、改質器11とCO除去器13の両方が暖機完了と判定されてからタイマ等で所定時間待機することで、ガス組成が安定したと判定することも可能である。このようにすると、システム構成の簡易化、コストダウンを図ることができる。

【0057】ステップS129において否定判定した場合には、ステップS128に戻って従前の運転状態を継続し、ステップS129において肯定判定した場合には、ステップS130に進み、三方切替弁34を燃料ガス供給管33に接続して、燃料ガスを燃料電池スタック21に流れるようにし、発電可能にする。

【0058】図8は、燃料電池始動スイッチをONしてからの時間経過に伴う改質空気供給量および燃料蒸気供給量の変化を、本発明の場合と従来の場合で比較した図である。従来は蒸発器の暖機完了後すぐに、暖機完了後アイドル運転時の改質空気量および燃料蒸気量を供給しているが、本発明では蒸発器の暖機完了後は従来よりも過剰の燃料蒸気および改質空気を供給しており、改質器11の暖機の進行に伴って徐々に減量していく、最終的に暖機完了後アイドル運転時の供給量に収束していく。

【0059】図9は、燃料電池始動スイッチをONしてからの時間経過に伴う改質反応器10における発生熱量の変化を、本発明の場合と従来の場合で比較した図である。従来は蒸発器の暖機完了後から燃料ガス生成装置全体の暖機完了まで、改質反応器における発生熱量は一定であるが、本発明では蒸発器の暖機完了後における改質反応器10での発生熱量が従来よりも非常に大きくなり、改質反応器10の暖機の進行に伴って徐々に減少ていき、最終的に暖機完了後アイドル運転時の発生熱量

に収束していく。

【0060】図10は、燃料電池始動スイッチをONしてからの時間経過に伴うCO除去空気供給量と、未反応HCとCOを燃焼させるための空気当量の変化を、本発明の場合と従来の場合で比較した図である。従来は蒸発器の暖機完了後すぐに、暖機完了後アイドル運転時のCO除去空気量を供給しているが、本発明では蒸発器の暖機完了後は従来よりも過剰のCO除去空気を供給しており、CO除去器13の暖機の進行に伴って徐々に減量していく、最終的に暖機完了後アイドル運転時の供給量に収束していく。未反応HCとCOを燃焼させるための空気当量についても同様な傾向になっている。

【0061】図11(A)は燃料電池始動スイッチをONしてからの時間経過に伴う改質触媒温度の変化を本発明の場合と従来の場合で比較した図であり、図11

(B)は燃料電池始動スイッチをONしてからの時間経過に伴うCO除去触媒温度の変化を本発明の場合と従来の場合で比較した図であり、図11(C)は燃料電池始動スイッチをONしてからの時間経過に伴う三方切替弁34の壁面温度の変化を本発明の場合と従来の場合で比較した図であり、図11(D)は燃料電池始動スイッチをONしてからの時間経過に伴う燃料ガスのCO濃度およびTHC濃度の変化を本発明の場合と従来の場合で比較した図である。この図11からも、改質器11の暖機、CO除去器13の暖機、系内のガス流路の暖機、燃焼ガス組成の安定が、従来よりも早くなることが明らかである。

【0062】なお、この実施の形態の燃料ガス生成装置1では、空気量を算出する際に気圧補正を行っているので、低地から高地までいかなる場所で起動する場合にも早期暖機を実行することができる。

【0063】このように、この燃料ガス生成装置1においては、改質器11、CO除去器13、系内ガス流路の全ての暖機が従来よりも迅速に行うことができ、また、燃料ガス組成も従来よりも早く安定させることができる。したがって、燃料電池スタック21を運転開始してから発電可能になるまでにかかる時間を従来よりも短縮することができる。

【0064】なお、上述した実施の形態では、CO除去空気量の減少制御をF/B制御で行っているが、このような制御方法に限定されるものではない。例えば、CO除去空気量を所定時間に一定勾配で減少するように制御するようにしてよい。この場合には、CO除去空気がアイドル運転時の供給量に達したときに減少制御を止めるようとする。このようにすることにより、制御を簡易化することができるとともに、CO除去に最も重要なCO除去空気量で減少制御を停止することができるので、より正確な制御が可能になる。

【0065】前述の実施の形態においては、アイドル運転を燃料ガス生成装置の温度を維持するための最小限の

運転状態としたが、アイドル運転は、燃料電池を運転するための最小限の運転状態をいう場合もあり、改質器の温度を維持するための最小限の運転状態をいう場合もあり、CO除去器の温度を維持するための最小限の運転状態をいう場合もある。

## 【0066】

【発明の効果】以上説明してきたように、請求項1に記載した発明によれば、暖機時に改質器に過剰供給された空気中の酸素が改質器内の触媒により燃焼し、改質器および改質ガスを加熱するので、改質器の早期暖機が可能になる。さらに、加熱された改質ガスが下流に流れることによりCO除去器や系内のガス流路を加熱するので、CO除去器、系内ガス流路の早期暖機が可能となる。その結果、燃料ガス組成の早期安定化を図ることが可能となって、ひいては燃料電池の早期発電が可能になるという優れた効果が奏される。

【0067】請求項2に記載した発明によれば、暖機時に改質器における発熱量がさらに増大するので改質器の暖機が早まるとともに、暖機時に改質器から流出する水素、CO、未反応の炭化水素の量が増大するので、CO除去器における発熱量も増大し、CO除去器の暖機も早まるという効果がある。

【0068】請求項3に記載した発明によれば、改質器内の触媒において燃焼せしめられる酸素量を確保することができるので、液体原燃料の供給量増大による早期暖機と改質空気の供給量増大による早期暖機を共に実効あるものとすることができる。請求項4に記載した発明によれば、改質器内の触媒の過熱を防止することが可能になるので、過熱による触媒の熱劣化を防止することができる。

【0069】請求項5に記載した発明によれば、改質器の暖機状態を徐々に安定させることができが可能になるので、改質器を確実に暖機完了に導くことができる。請求項6に記載した発明によれば、改質器が所定に暖機されたときに、増大補正した改質空気の供給量を減少制御することができ、改質器内の触媒の過熱を確実に防止することができる。過熱による触媒の熱劣化を確実に防止することができる。

【0070】請求項7に記載した発明によれば、暖機時に改質器から流出する水素、一酸化炭素、および未反応の炭化水素を、過剰供給したCO除去空気中の酸素とともに、CO除去器内の触媒によって十分に燃焼させることができ、この燃焼熱によってCO除去器を加熱することができ、さらに、この燃焼ガスが下流に流れることに

より系内のガス流路を加熱することができるので、CO除去器、系内ガス流路の早期暖機が可能となる。その結果、燃料ガス組成の早期安定化を図ることが可能となって、ひいては燃料電池の早期発電が可能になるという優れた効果が奏される。

【0071】請求項8に記載した発明によれば、所定のガス組成およびガス温度に制御された燃料ガスを燃料電池に供給することができるので、燃料電池の発電状態を安定させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る燃料電池用燃料ガス生成装置の一実施の形態における概略構成を示す図である。

【図2】前記燃料ガス生成装置における暖機処理のフローチャート（その1）である。

【図3】前記燃料ガス生成装置における暖機処理のフローチャート（その2）である。

【図4】前記燃料ガス生成装置において始動用バーナの燃料供給量と空気量を算出するためのマップである。

【図5】前記燃料ガス生成装置において原燃料と改質空気とCO除去空気の初期供給量を算出するためのマップである。

【図6】前記燃料ガス生成装置において改質触媒温度をF/B制御する際に原燃料と改質空気の供給量を算出するためのマップである。

【図7】前記燃料ガス生成装置においてCO除去触媒温度をF/B制御する際にCO除去空気の供給量を算出するためのマップである。

【図8】運転開始からの時間経過に伴う改質空気供給量および燃料蒸気供給量の変化を示す図である。

【図9】運転開始からの時間経過に伴う改質反応器での発生熱量の変化を示す図である。

【図10】運転開始からの時間経過に伴うCO除去空気供給量の変化を示す図である。

【図11】運転開始からの時間経過に伴う改質触媒温度とCO除去触媒温度と壁面温度と燃料ガス組成の変化を示す図である。

## 【符号の説明】

1 燃料電池用燃料ガス生成装置

11 改質器（オートサーマル改質器）

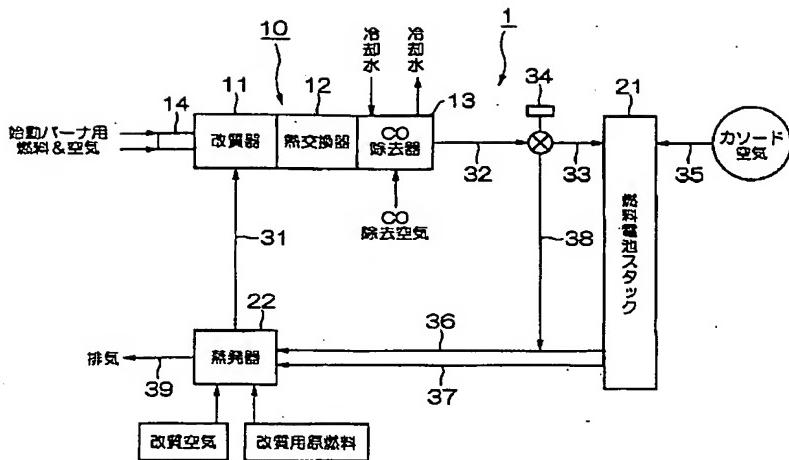
13 CO除去器

21 燃料電池スタック（燃料電池）

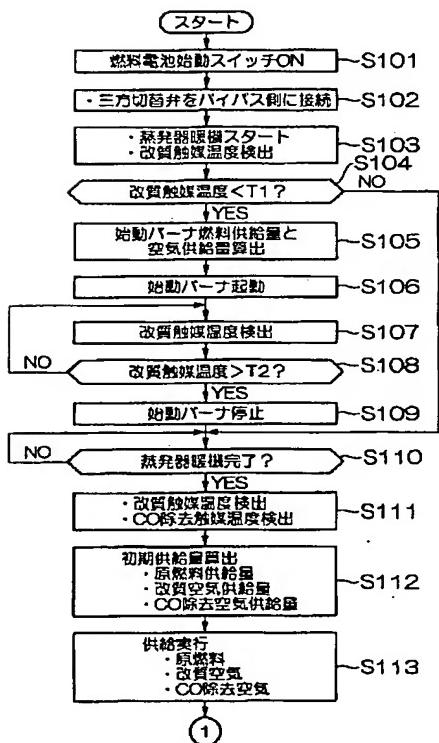
22 蒸発器

S112 改質空気量制御手段、燃料量制御手段、CO除去空気量制御手段

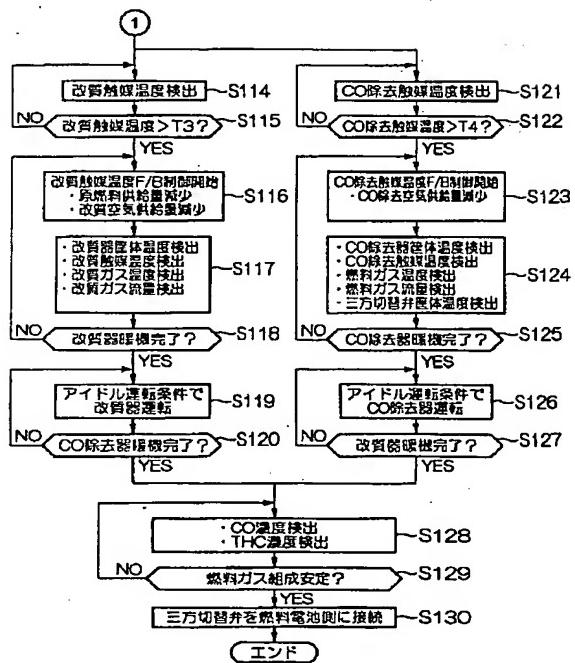
【図1】



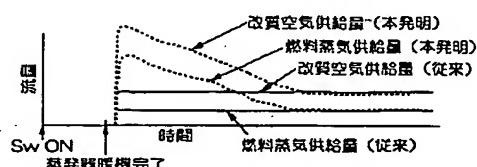
【図2】



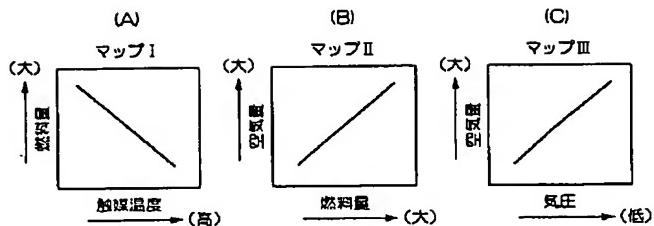
【図3】



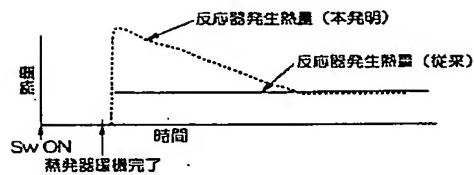
【図8】



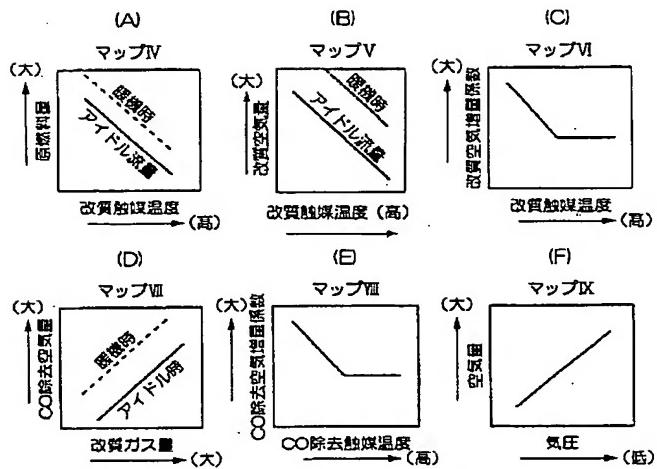
【図4】



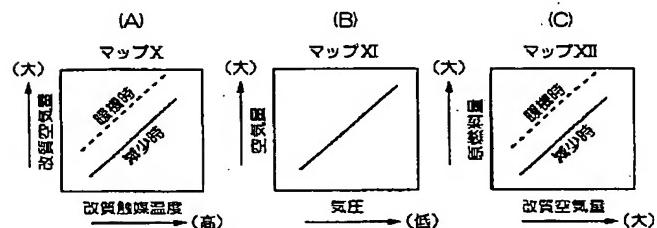
【図9】



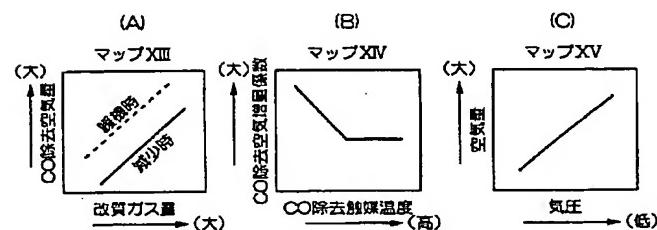
【図5】



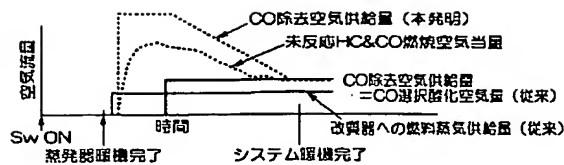
【図6】



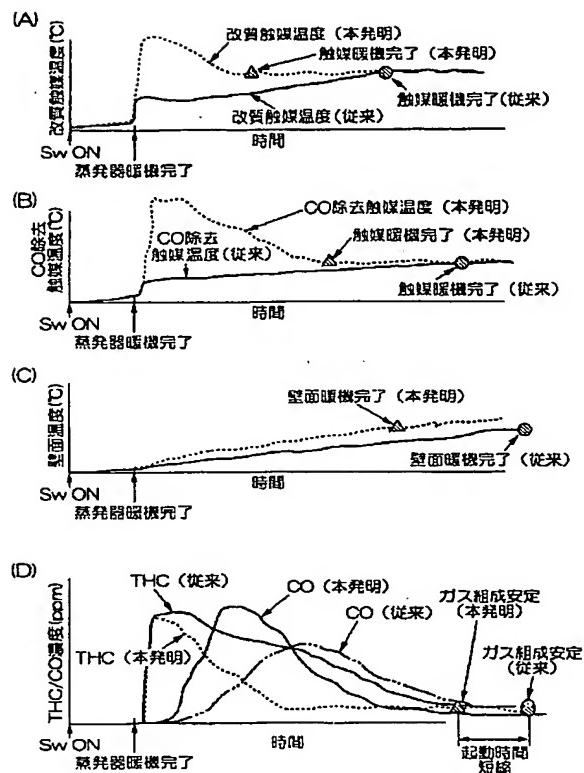
【図7】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 佐久間 淳  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

F ターム(参考) 4G040 EA02 EA03 EA06 EA07 EB03  
EB31 EB43 EB44 EC03 FA02  
FB04 FC07 FE03  
4G140 EA02 EA03 EA06 EA07 EB03  
EB31 EB43 EB44 EC03 FA02  
FB04 FC07 FE03  
5H027 AA08 BA01 BC06 CC03 CC06  
KK31